Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Paper
Vol. 15, No. 2, Summer 2023, p. 225-239

Effect of Dietary Energy and Protein Level on Growth Performance of Native Khazak Chickens from 7 to 91 Days of Age

Mohammad Zardadzaei[1], Mahmoud Ghazaghi[2]*, Farzad Bagherzadeh Kasmani[3], Hadi Faraji-Arough[4]

Received: 19-04-2022 Revised: 09-06-2022 Accepted: 01-08-2022 Available Online: 01-08-2022	**How to cite this article:** Zardadzaei, M., Ghazaghi, M., Bagherzadeh Kasmani, F., & Faraji-Arough, H. (2023). Effect of dietary energy and protein level on growth performance of native Khazak chickens from 7 to 91 days of age. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *15*(2), 225-239. DOI: 10.22067/ijasr.2022.76308.1071

Introduction: In order to maximize poultry production, it is important to have knowledge of the bird's requirements. This can help to increase their production capacity. Since feed is a major expense in poultry production, it is crucial to consider the main components of the feed. Energy and protein are vital nutrients for poultry. Energy is necessary for body function, while protein is an essential constituent of all tissues in the bird's body. Proteins have a significant impact on the growth performance of birds, and they are also the most expensive nutrient in broiler diets. A lot of research has been done to better utilize feed by the animal and reduce feeding costs. This is important because diets that contain excessive amounts of certain nutrients can lead to nutrient loss and increased breeding costs. The Khazak hen is a native hen of the Sistan region and is known for its small body size. Achieving better growth performance in this bird requires determining the optimal levels of energy and dietary protein in different phases of production. Since there is no information about the optimal level of energy and protein in the growth period for Khazak chickens, so this study was conducted to determine the effect of different levels of energy and protein on growth performance of Khazak native chickens and select the best combination of energy and protein levels at 7 to 91 days of age.

Materials and Methods: The research was performed on Khazak chickens in the Research Center of Domestic Animals (RCDA) in the University of Zabol, Zabol, Iran. A total of 360 seven- day- old chicks were randomly allocated to 9 dietary treatments including three levels of energy (2600, 2800 and 3000 kcal / kg) and protein (17, 19 and 21%) as a factorial experiment in a completely randomized design with four replications, and 10 birds in each replication. The chicks entered the experimental pen in seven days of old and they were examined with experimental diets for 12 weeks. The birds had *ad libitum* access to feed and water throughout the experiment. Eenvironmental conditions in terms of light, temperature and humidity were considered similar for experimental treatments. Weighing chickens and feed intake were measured weekly. Other parameters including average daily body weight gain, feed conversion ratio, daily energy and protein intake, energy and protein efficiency ratio were calculated based on the body weight and feed intake data, in three age ranges (7 to 35, 35 to 63 and 63 to 91 days of age) and the whole period. The collected data were analyzed using GLM procedure of SAS software version 9.1 and the means were compared with Tukey test at 5% level.

Results and Discussion: The study results indicate that varying energy and protein levels had a significant impact on weight gain, feed intake (except during the 63-91 day age range), feed conversion ratio, and energy and protein intake (excluding the 63-91 day age range) during all three periods studied as well as over the entire period ($P < 0.05$). Furthermore, the interaction between energy and protein showed a significant effect on all variables studied across all periods ($P < 0.05$). However, the impact of energy and protein levels on protein efficiency ratio (PER) and energy efficiency ratio (EER) was not significant. During the starter period, physical limitations may cause birds to consume less energy with low-density diets. Thus, when birds consume diets that are low in energy

1- M.Sc. Graduated, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Animal Science, Agriculture Faculty, University of Zabol, Zabol, Iran.
3- Associate Professor, Department of Animal Science, Agriculture Faculty, University of Zabol, Zabol, Iran.
4- Assistant Professor, Department of Ostrich, Special Domestic Animals Institute, Research Institute of Zabol, Zabol, Iran.
*Corresponding Author's Email: ghazagh207@yahoo.com

and protein during this period, their energy consumption declines due to these physical limitations. The study results indicate that determining optimal energy and protein levels in the diet is crucial for maximizing the performance of native chickens. To balance poultry performance and economic production, an applied feeding program that compromises between the animal's nutritional requirements and management needs is necessary. Consequently, one approach to achieving this balance is by developing a diet formulation that can regulate a specific ratio of protein to renewable energy.

Conclusion: Although, the many performance variables were not significant between energy levels of 3000 with 2800 kcal/kg and protein levels of 21 with 19%, but the negative effect on performance was observed by reducing energy level to 2600 kcal/kg and protein level to 17 %. So level of 2800 kcal/kg and 19% for energy and protein suggested for these ages of chickens.

Keywords: Daily weight gain, Khazak chick, Protein efficiency ratio, Feed conversion ratio

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص. ۲۳۹-۲۲۵

اثر سطح انرژی و پروتئین جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های بومی خزک از ۷ تا ۹۱ روزگی

محمد زردادزائی[۱]، محمود قزاقی[۲*]، فرزاد باقرزاده کاسمانی[۳]، هادی فرجی آروق[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۰

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین اثر ســطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره بر عملکرد رشــد جوجه‌های بومی خزک و انتخاب بهترین ترکیب از ســطوح انرژی و پروتئین در سن ۷ تا ۹۱ روزگی انجام شد. تعداد ۳۶۰ قطعه جوجه هفت روزه به صورت تصادفی در نه تیمار شامل سه سطح انرژی (۲۶۰۰، ۲۸۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم) و سه سطح پروتئین (۱۷، ۱۹ و ۲۱ درصد) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار و تعداد ۱۰ قطعه پرنده در هر تکرار توزیع شدند. جوجه‌ها از هفت‌روزگی وارد پن‌های آزمایشی شده و به‌مدت ۱۲ هفته با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. وزن‌کشی جوجه‌ها و مصرف دان به صورت هفتگی انجام شده و با استفاده از اطلاعات وزن بدن و مصرف خوراک، متوسط افزایش وزن بدن روزانه، ضریب تبدیل غذایی، انرژی و پروتئین مصرفی روزانه، راندمان مصرف انرژی و پروتئین در سه محدوده سنی (۷تا ۳۵، ۳۵ تا ۶۳ و ۶۳ تا ۹۱ روزگی) و کل دوره محاسبه شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح پنج درصد انجام شد. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر متوسط افزایش وزن، مصرف خوراک (به‌استثنای سنین ۶۳ تا ۹۱ روزگی)، ضریب تبدیل، مصرف انرژی، مصرف پروتئین (به‌استثنای سنین ۶۳ تا ۹۱ روزگی) سه دوره مورد مطالعه و کل دوره، تأثیر معنی دار داشــت. همچنین تأثیر متقابل ســطوح انرژی و پروتئین جیره بر تمامی متغیرهای مورد مطالعه در کلیه دوره‌ها معنی‌داری بود. اثر ســطوح انرژی و پروتئین جیره به‌ترتیب بر راندمان مصــرف پروتئین و راندمان مصــرف انرژی معنی‌دار نبود. اختلاف بین پرندگان تغذیه شــده با جیره‌های با سطح انرژی ۳۰۰۰ و ۲۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و سطح پروتئین ۲۱ با ۱۹ درصد از لحاظ بسیاری از شاخص‌های عملکردی مورد مطالعه معنی‌دار نبود، امّا کاهش سطح انرژی جیره به ۲۶۰۰ کیلوکالری و پروتئین جیره به ۱۷ درصد اثر منفی بر بروز شاخص‌های عملکردی نشان داد. نتیجه‌کلی اینکه، سطح انرژی ۲۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و ۱۹ درصد پروتئین برای این سنین جوجه‌های خزک پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: افزایش وزن روزانه، جوجه خزک، راندمان مصرف پروتئین، ضریب تبدیل غذایی

مقدمه

یکی از راهکارها برای افزایش تولیدات طیور در داخل کشــور، آشــنایی با احتیاجات پرنده به‌منظور بهره‌گیری از حداکثر ظرفیت تولیدی آن‌ها اســت. با توجه به هزینه بالای خوراک در واحدهای پرورش طیور، اجزای اصــلی خوراک مورد اســتفاده در جیره باید مورد توجه قرار گیرد. پروتئین و انرژی مهم‌ترین مواد مغذی در جیره هستند که بخش عمده‌ای از هزینه جیره را به خود اختصــاص می‌دهند و به طور گســترده عملکرد طیور را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Wijtten *et al.*, 2004). انرژی و پروتئین ماده مغذی بســیار مهم برای طیور

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۲- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۳- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۴- استادیار، گروه پژوهشی شترمرغ، پژوهشکده دام‌های خاص، پژوهشگاه زابل، زابل، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: ghazagh207@yahoo.com)

DOI: 10.22067/ijasr.2022.76308.1071

می‌باشند. انرژی برای عملکرد بدن و پروتئین جزء اصلی ضروری همه بافت‌های بدن پرنده است.

ناکافی بودن پروتئین در جیره غذایی باعث کاهش نرخ رشد خواهد شد و باعث می‌شود، پروتئین از بافت‌هایی که کمتر حیاتی هستند جهت نگهداری عملکرد بافت‌های خیلی حیاتی مورد استفاده قرار گیرد (NRC, 1994). از طرف دیگر، در صورت زیاد بودن پروتئین جیره ممکن است پروتئین دفع شده و منجر به آلودگی محیط زیست و افزایش هزینه‌های تولید گردد (Leeson and Summers, 2005). تراکم انرژی هم یک تعیین‌کننده مهم در هزینه تغذیه به‌ازای هر واحد تولیدکننده طیور است و مشخص شده است که تراکم بالای انرژی غذا باعث کاهش مصرف خوراک شده و ضریب تبدیل غذایی در طیور را بهبود می‌دهد (Dozier *et al*., 2011; Wickramasuriya *et al*., 2015). از سوی دیگر، نمی‌توان از این امر مستثنی شد که مصرف خوراک با انرژی بالا منجر به افزایش انرژی مصرفی شده و به‌موجب آن باعث رسوب بیشتر چربی شکمی و لاشه (Dozier *et al*., 2011) و کاهش عملکرد رشد (Maliwan *et al*., 2018) شود.

امروزه، نگرانی عمومی در مورد استفاده از ژنوتیپ جوجه‌های گوشتی مدرن برای تولید گوشت مرغ در حال افزایش است و تمایل به سمت مصرف گوشت‌هایی که منشأ آن‌ها از جوجه‌های گوشتی با رشد کم به‌جای جوجه‌هایی با رشد سریع است، وجود دارد (Dyubele *et al*., 2010). طیور روستایی با توجه به دسترسی آسان و فراوان کلیه ملزومات از جمله زمین، نیروی کار و خوراک در مناطق روستایی دارای چشم‌اندازهای چشمگیری برای توسعه آینده هستند. این بخش می‌تواند در افزایش درآمدهای خانواری و بهبود سلامتی خانواده‌ها از طریق تغذیه بهتر کمک کند (Shehbaz and Hassan Khan, 2008). با توجه به اینکه ۷۰ درصد هزینه تولید در واحدهای تولیدی طیور مربوط به تغذیه است، تاکنون تحقیقات زیادی در جهت به‌کارگیری هر چه بهتر خوراک توسط حیوان و کاستن هزینه‌های تغذیه صورت گرفته است. جیره غذایی که حاوی مقدار بیش از حد برخی مواد مغذی باشد منجر به اتلاف این مواد و افزایش هزینه‌های پرورش می‌شود (Pesti and Miller, 1997).

اگرچه تحقیقات انجام شده در مورد اثرات سطوح انرژی و پروتئین بر عملکرد رشد بیشتر در سویه‌های گوشتی انجام شده است، امّا تحقیقات در سویه‌های تخم‌گذار بسیار اندک است. اخیراً مطالعات در مورد اثرات سطوح انرژی و پروتئین بر مرغ‌های بومی و آمیخته انجام گرفته است. مطالعات قبلی پروتئین مورد نیاز برای جوجه‌های آمیخته مختلف را در سنین ۰ تا ۱۱۲ روزگی در حدود ۱۵-۲۱ درصد با انرژی ۲۶۰۰-۳۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم گزارش کردند (Pingmuang *et al*., 2001). در بررسی سطوح مختلف انرژی و پروتئین روی عملکرد جوجه‌های بومی دسی در فاز رشد (۹-۲۰ هفتگی) گزارش شد که سطوح مختلف انرژی تأثیر معنی‌دار بر افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های ماده نداشت (Shehbaz and Hassan Khan, 2008). در مطالعه جوجه‌های بومی مالزی گزارش شد که دامنه ۱۰/۵ تا ۱۱/۵ مگاژول بر کیلوگرم انرژی برای این جوجه‌ها در مرحله آغازین ممکن است اقتصادی باشد و استفاده از سطح انرژی ۱۲/۵ مگاژول بر کیلوگرم که برای جوجه‌های گوشتی تجاری استفاده می‌شود، برای جوجه‌های بومی مالزی توجیه‌پذیر نیست (Engku Azahan *et al*., 2011). در مطالعه دیگر سطوح پروتئین (۱۸، ۲۱ و ۲۲ درصد) بر وزن بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل جوجه‌های عربی معنی‌دار گزارش نشد و جهت کاهش هزینه خوراک، جیره حاوی ۱۸ درصد پروتئین برای جوجه‌های عربی پیشنهاد شد (Al-Khalifa and Al-Nasser, 2012).

برای جوجه‌های بومی آسل در سیستم‌های پرورشی متراکم، سطح ایده‌آل برای سطوح انرژی و پروتئین در هشت هفته اول به‌ترتیب ۲۶۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و ۱۶ درصد گزارش شد همچنین بیان گردید که برای به‌دست آوردن ضریب تبدیل غذایی بهتر، جیره حاوی ۲۸۰۰ کیلوکالری انرژی و ۱۶ درصد پروتئین می‌تواند ایده‌آل باشد (Haunshi *et al*., 2012). همچنین در بررسی تأثیر سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر عملکرد ۶۰ روز اول دوره رشد جوجه‌های بومی اندونزی مشاهده شد که سطوح مختلف پروتئین بر افزایش وزن بدن، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل معنی‌دار نبوده، امّا سطوح مختلف انرژی بر ضریب تبدیل تأثیر معنی‌داری گزارش شد (Sompie *et al*., 2015). نیازهای پروتئینی جوجه‌های دورگ کورات در سنین ۱ تا ۸۴ روزگی با فاصله ۲۱ روزگی در چهار فاز) و در هر فاز اثر پنج سطح مختلف پروتئین مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که وزن بدن، متوسط افزایش روزانه و پروتئین مصرفی در همه فازها با افزایش پروتئین مصرفی به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. با این حال، مصرف خوراک و انرژی مصرفی تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف پروتئین نشان نداد (Maliwan *et al*., 2019). مرغ خزک، مرغ بومی منطقه سیستان است که دارای جثه کوچک و پاهای کوتاه است و به دلیل پاکوتاهی به‌نام خزک نامیده شده است. میانگین وزن جوجه‌های یک‌روزه در این پرنده ۲۶/۳۲ گرم بوده و در ۲۹ هفتگی وزن خروس و مرغ‌ها به‌ترتیب ۱۱۹۷/۷۸ و ۹۸۰/۰۵ گرم می‌رسد. در هفته‌های اول جوجه‌های ماده نرخ رشد بالاتری نسبت به جوجه نرها داشته، امّا از هفته سوم به بعد نرخ رشد در جوجه‌های نر بالاتر از جوجه‌های ماده است (Faraji Arough *et al*., 2019). بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده در پژوهشکده دام‌های خاص، مرغ‌ها در ۱۹۵/۶ روزگی به بلوغ رسیده و سالانه به‌طور میانگین ۱۲۰ تخم می‌گذارند. مرغ‌ها در هفته چهارم تخم‌گذاری به پیک تولید می‌رسند و بعد پیک، شیب کاهش تولید تخم کم بوده و در طول سال نرخ تخم‌گذاری تقریباً ثابتی دارند. دستیابی به عملکرد بهتر رشد در این پرنده نیازمند تعیین سطوح بهینه انرژی و پروتئین جیره در فازهای مختلف تولید است. از آنجایی که

اطلاعاتی از سطح بهینه انرژی و پروتئین در دوره رشد برای این پرنده وجود ندارد، بنابراین تحقیق حاضر با هدف تعیین اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره بر عملکرد رشد در سنین ۷ تا ۹۱ روزگی و انتخاب سطح انرژی و پروتئین در این سنین انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در مزرعه مرغداری پژوهشکده دام‌های خاص دانشگاه زابل با جوجه‌های بومی خزک انجام شد. در سن هفت روزگی تعداد ۳۶۰ جوجه بومی با میانگین وزنی مشابه به‌طور تصادفی در نه گروه با شش تکرار ۱۰ قطعه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. جیره‌های غذایی بر پایه ذرت- کنجاله سویا با سه سطح انرژی قابل متابولیسم (۲۶۰۰، ۲۸۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم) و سه سطح از پروتئین خام (۱۶، ۱۹ و ۲۱ درصد) در یک آزمایش فاکتوریل ۳×۳ به‌مدت ۱۲ هفته تغذیه شدند. با عنایت به فقدان وجود اطلاعات در خصوص نیازهای تغذیه‌ای نژاد خزک و شباهت جثه، سرعت رشد و ... این نژاد به نژادهای تیپ تخمی، از توصیه‌های احتیاجات طیور انجمن تحقیقات ملی آمریکا (Leeson and Summers, 2005) برای دوره رشد سویه‌های تخم‌گذار با پوسته قهوه‌ای برای انتخاب سطوح ۲۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی و ۱۷ درصد پروتئین استفاده شد. همچنین با توجه به تفاوت‌های نژاد خزک، نیاز به بررسی جیره‌های رقیق‌تر و غنی‌تر از این سطوح بوده که سطوح بالاتر و پائین‌تر با توجه به سطوح استفاده شده در مرغ‌های بومی و دورگ در تحقیقات دیگر انتخاب گردید (Leeson and Summers, 2005; Nguyen *et al.*, 2010; Magala *et al.*, 2012; Perween *et al.*, 2016). ترکیب جیره‌ها و مواد مغذی آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

جوجه‌ها در طول دوره آزمایش به‌طور آزاد به غذا و آب دسترسی داشتند. شرایط محیطی از لحاظ نور، دما و رطوبت برای تمام پرندگان تحت آزمایش در قبل و حین دوره یکسان در نظر گرفته شد. دمای سالن در هفته اول آزمایش ۳۲ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و هر هفته دو درجه کاهش داده شد تا به ۲۴ درجه سانتی‌گراد بر سد. با توجه به اینکه کارهای مشابه انجام شده برای مرغان بومی و آمیخته ۲۴ ساعت (Maliwan *et al.*, 2018; Sompie *et al.*, 2015) نوردهی منظور شده بود، در این تحقیق هم ۲۴ ساعت در نظر گرفته شد. در طول دوره‌های آزمایشی، تعداد و وزن تلفات به‌طور روزانه جهت محاسبه روز مرغ ثبت شدند. وزن‌کشی جوجه‌ها و خوراک مصرفی پس از اعمال گرسنگی به‌صورت هفتگی انجام گرفته و با توجه به عدد روز مرغ، افزایش وزن روزانه و خوراک مصرف روزانه قابل‌محاسبه بود.

از آنجایی که طول دوره آزمایش ۱۲ هفته بود، صفات عملکردی برای سه دوره چهار هفته‌ای (۷ تا ۳۵، ۳۵ تا ۶۳، ۶۳ تا ۹۱ روزگی) و کل دوره (۷ تا ۹۱ روزگی) از روی عملکرد هفتگی محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک نیز برای هر یک از دوره‌ها بر اساس نسبت خوراک مصرفی روزانه به افزایش وزن روزانه به‌دست آمد. با توجه به میزان مصرف خوراک روزانه و درصد پروتئین جیره‌ای که جوجه‌ها در جیره خود دریافت کردند، مصرف پروتئین روزانه به‌صورت معادله ۱ محاسبه گردید (Karomy *et al.*, 2019):

$$PI = \frac{FI*CP}{100} \qquad (۱) \text{ معادله}$$

که در این معادله، PI: مصرف پروتئین به گرم، FI: میزان مصرف خوراک روزانه به گرم و CP: درصد پروتئین جیره است.

مشابه مصرف پروتئین، مصرف انرژی روزانه (EI) با استفاده از میزان مصرف خوراک (FI) و میزان انرژی جیره (ME) مطابق معادله ۲ محاسبه شد (Karomy *et al.*, 2019).

$$EI = \frac{FI*ME}{100} \qquad (۲) \text{ معادله}$$

ضریب راندمان پروتئین (PER) برای هر تکرار به‌صورت گرم افزایش وزن بدن برای هر گرم پروتئین مصرفی محاسبه شد، درحالی که ضریب راندمان انرژی (EER) به صورت نسبت گرم افزایش وزن بدن به‌کل انرژی متابولیسم مصرفی ضربدر ۱۰۰ به‌دست آمد.

داده‌های حاصله پس از ثبت و ویرایش، به‌وسیله نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ با استفاده از رویه GLM تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون توکی با احتمال ۹۵ درصد انجام شد. مدل آماری برای تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌صورت زیر بود:

$$Y_{ijk}=\mu+A_i+B_j+(AB)_{ij}+ e_{ijk}$$

که در مدل بالا، Y_{ijk}: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین مشاهدات، A_i: اثر سطح i از عامل A (سه سطح انرژی)، B_j: اثر سطح j از عامل B (سه سطح پروتئین)، AB_{ij}: اثر متقابل بین دو فاکتور A و B و e_{ijk}: اثرات باقیمانده است.

نتایج و بحث

اثر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های خزک در سنین ۷ تا ۳۵ روزگی در جدول ۲ آورده شده است. سطوح انرژی بر متغیرهای متوسط مصرف خوراک روزانه، متوسط افزایش روزانه وزن بدن، ضریب تبدیل، مصرف پروتئین روزانه، راندمان مصرف انرژی و پروتئین تأثیر معنی‌دار داشت ($P<۰/۰۵$)، امّا اثر آن بر مصرف انرژی معنی‌دار نبود. با افزایش سطوح انرژی متوسط افزایش روزانه وزن بدن، راندمان مصرف انرژی و پروتئین روند افزایشی داشت، امّا متوسط مصرف خوراک روزانه، ضریب تبدیل و مصرف پروتئین کاهش یافت. به‌هرحال روند افزایشی و کاهشی متغیرهای مورد مطالعه در جیره‌های حاوی ۲۸۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولسیم با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند، امّا نسبت به جیره حاوی ۲۶۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم تفاوت معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$).

جدول ۱- ترکیب (درصد) و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

Table 1- Composition (%) and nutrients of experimental diets

اجزای خوراک Ingredient	جیره‌ها* Diets*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ذرت Corn	57.92	55.36	52.81	66.87	64.31	61.82	73.79	67.66	61.44
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین خام) Soybean meal (44% CP)	18.07	23.45	28.87	19.76	25.15	30.64	21.29	26.54	31.80
سبوس گندم Wheat bran	19.46	16.94	14.29	8.87	6.35	3.43	-	-	-
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.64	1.62	1.60	1.75	1.73	1.72	1.84	1.80	1.76
کربنات کلسیم Calcium CO_3	1.47	1.45	1.43	1.43	1.41	1.39	1.40	1.38	1.37
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.54	0.32	0.17	0.41	0.19	0.17	0.30	0.18	0.17
نمک NaCl	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30	0.30	0.21	0.30	0.30
مکمل معدنی Mineral premix[1]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
مکمل ویتامینه Vitamin premix[2]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
دی ال- متیونین DL-methionine	0.11	0.06	0.05	0.10	0.06	0.03	0.10	0.05	0.03
روغن Oil	-	-	-	-	-	-	0.57	1.59	2.63
ترکیبات شیمیایی محاسبه شده Calculated chemical composition									
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم) Metabolizable energy (kcal/kg)	2600	2600	2600	2800	2800	2800	3000	3000	3000
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	17.00	19.00	21.00	17.00	19.00	21.00	17.00	19.00	21.00
لیزین (درصد) Lysine (%)	0.78	0.91	1.05	0.79	0.92	1.06	0.79	0.93	1.07
متیونین (درصد) Methionine (%)	0.33	0.35	0.36	0.33	0.35	0.35	0.33	0.35	0.35
متیونین + سیستئین (درصد) Methionine + cysteine (%)	0.62	0.63	0.66	0.62	0.63	0.66	0.62	0.63	0.65
کلسیم (درصد) Calcium (%)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
فسفر قابل‌دسترس (درصد) Available phosphorus (%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

* سطوح انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم) و پروتئین خام (درصد) جیره‌ها در تیمار ۱ (۲۶۰۰ و ۱۷)، ۲ (۲۶۰۰ و ۱۹)، ۳ (۲۶۰۰ و ۲۱)، ۴ (۲۸۰۰ و ۱۷)، ۵ (۲۸۰۰ و ۱۹)، ۶ (۲۸۰۰ و ۲۱)، ۷ (۳۰۰۰ و ۱۷)، ۸ (۳۰۰۰ و ۱۹) و ۹ (۳۰۰۰ و ۲۱) بود.

[۱] مکمل معدنی این موارد را در هر کیلوگرم جیره تأمین نمود: ۶۵ میلی‌گرم منگنز ۶۵؛ ۵۵ میلی‌گرم روی؛ ۵۰ میلی‌گرم آهن؛ ۸ میلی‌گرم مس؛ ۱/۸ میلی‌گرم ید؛ ۰/۳۰ میلی‌گرم سلنیم؛ ۰/۲۰ میلی‌گرم کبالت و ۰/۱۶ میلی‌گرم مولیبدن.

[۲] مکمل ویتامینه این موارد در هر کیلوگرم جیره تأمین نمود: ۱۱۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A؛ ۲۱۰۰ واحد بین‌المللی کوله کلسیفرول؛ ۲۲ واحد بین‌المللی ویتامین E؛ ویتامین B_{12}، mg ۰/۶۰؛ ریبوفلاوین، mg ۴/۴؛ ۴۰ میلی‌گرم نیکوتین‌آمید؛ ۳۵ میلی‌گرم کلا سیم پنتوتنات؛ ۱/۵۰ میلی‌گرم منادیون؛ ۰/۸۰ میلی‌گرم فولیک ا سید؛ ۳ میلی‌گرم تیامین؛ ۱۰ میلی‌گرم پیریدوک سین؛ ۱ میلی‌گرم بیوتین؛ ۵۶۰ میلی‌گرم کولین کلراید و ۱۲۵ میلی‌گرم اتوکسی‌کوئین.

* The levels of metabolizable energy (kcal/kg) and crude protein (%) of diets were in treatment 1 (2600 and 17), 2 (2600 and 19), 3 (2600 and 21), 4 (2800 and 17), 5 (2800 and 19), 6 (2800 and 21), 7 (3000 and 17), 8 (3000 and 19) and 9 (3000 and 21).

[1] Mineral premix provided per kilogram of diet: 65 mg Mn; 50 mg Fe; 8 mg Cu; 1.8 mg I; 0.30 mg Se; 0.20 mg Co; and 0.16 mg Mo.

[2] Vitamin premix provided per kilogram of diet: 11,500 IU vitamin A; 2,100 IU cholecalciferol; 22 IU vitamin E; 0.60 mg vitamin B12; 4.4 mg riboflavin; 40 mg nicotinamide; 35 mg calcium pantothenate; 1.50 mg menadione; 0.80 mg folic acid; 3 mg thiamine; 10 mg pyridoxine; 1 mg biotin; 560 mg choline chloride; and 125 mg ethoxyquin.

تأثیر سطوح پروتئین جیره در سن ۷ تا ۳۵ روزگی بر تمامی متغیرها به‌استثنای راندمان مصرف پروتئین تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۲; P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که جوجه‌هایی که با جیره حاوی سطوح بالای پروتئین (۱۹ و ۲۱ درصد) تغذیه می‌شدند، دارای متوسط افزایش وزن بدن، پروتئین مصرفی، راندمان مصرف انرژی بالاتر و خوراک مصرفی، ضریب تبدیل و انرژی مصرفی پایین‌تر نسبت به جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱۷ درصد پروتئین بودند. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، اثرات متقابل سطوح انرژی و پروتئین جیره نیز بر تمامی متغیرها تأثیر معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵) و بالاترین افزایش وزن، راندمان مصرف پروتئین و انرژی و پایین‌ترین مصرف خوراک، ضریب تبدیل و مصرف انرژی و پروتئین در جیره‌های با سطوح بالای انرژی و پروتئین به‌دست آمد، امّا در بسیاری از متغیرها در جوجه‌هایی که با جیره‌های حاوی ۳۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی و ۲۱ در صد پروتئین تغذیه می شدند، نسبت به جوجه‌هایی که جیره‌های حاوی ۲۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و ۱۹ درصد پروتئین استفاده می‌کردند، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۳ تأثیر سطوح مختلف انرژی و پروتئین و اثرات متقابل آن‌ها را بر عملکرد رشد جوجه‌های خزک در بازه سنی ۳۵ تا ۶۳ روزگی را نشان می‌دهد. سطوح بالای انرژی به‌طور معنی‌داری متوسط افزایش وزن روزانه، انرژی مصرفی و راندمان مصرف پروتئین را نسبت به سطوح پایین افزایش داده و از طرفی، مصرف خوراک روزانه، ضریب تبدیل و مصرف پروتئین با افزایش سطح پروتئین کاهش یافت (P<۰/۰۵). با وجود اینکه روند افزایشی و کاهشی معنی‌دار متغیرها با افزایش سطوح انرژی مشاهده شد، امّا بسیاری از متغیرها بین سطوح ۳۰۰۰ و ۲۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم تفاوت معنی‌داری نداشت. با وجود اینکه راندمان مصرف انرژی با افزایش سطح انرژی روند افزایشی داشت، امّا تفاوت بین سطوح انرژی از لحاظ راندمان مصرف انرژی معنی‌دار نبود.

با بالا رفتن سطوح پروتئین جیره، متوسط افزایش وزن روزانه، مصرف پروتئین و راندمان مصرف انرژی در سنین ۳۵ تا ۶۳ روزگی نیز به‌طور معنی‌دار افزایش یافت و برای مصرف خوراک روزانه، ضریب تبدیل و مصرف انرژی روند کاهشی مشاهده شد (جدول ۳). راندمان مصرف پروتئین در این محدوده سنی تحت تأثیر سطوح پروتئین جیره قرار نگرفت. امّا ضریب تبدیل و مصرف پروتئین به شدت تحت تأثیر سطوح پروتئین جیره قرار گرفتند، به‌طوری‌که هر سه سطح پروتئین باهم تفاوت معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). امّا برای بقیه متغیرها سطح ۲۱ درصد پروتئین با ۱۹ درصد و ۱۹ با ۱۷ درصد تفاوت معنی‌دار نشان نداد.

اثرات متقابل سطوح انرژی و پروتئین بر تمامی متغیرهای مورد مطالعه در محدوده سنی ۳۵ تا ۶۳ روزگی نیز معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). جیره با سطح انرژی ۳۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و ۲۱ درصد پروتئین بالاترین متوسط افزایش وزن روزانه و راندمان مصرف انرژی و پایین‌ترین مصرف خوراک روزانه نسبت به سایر تیمارها داشت، اگرچه تفاوت آن‌ها با برخی تیمارهای مورد آزمایش به‌خصوص تیمار حاوی ۲۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم قابل متابولیسم و ۱۹ درصد پروتئین معنی‌دار نبود. به هرحال، بالاترین و پایین‌ترین ضریب تبدیل به‌ترتیب مربوط به تیمار حاوی ۲۶۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی و ۱۷ درصد پروتئین و تیمار حاوی ۳۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و ۲۱ درصد پروتئین به‌دست آمد که با بسیاری از تیمارهای مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵).

تأثیر سطوح انرژی و پروتئین و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد رشد در محدوده سنی ۶۳ تا ۹۱روزگی در جدول ۴ آورده شده است. اثر سطوح انرژی بر مصرف خوراک روزانه، مصرف پروتئین و راندمان مصرف انرژی تأثیر معنی‌دار نداشت، امّا بر بقیه متغیرها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). سطح پروتئین بر تمامی متغیرها به‌استثنای راندمان مصرف پروتئین جوجه‌ها در محدوده سنی ۶۳ تا ۹۱ روزگی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که با افزایش سطح پروتئین جیره متوسط افزایش وزن بدن، مصرف پروتئین و راندمان مصرف انرژی افزایش یافته و مصرف خوراک روزانه، ضریب تبدیل و مصرف انرژی روند کاهشی داشت. تمامی متغیرها به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات متقابل سطوح انرژی و پروتئین قرار گرفتند (P<۰/۰۵) و جیره حاوی ۳۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم و ۲۱ درصد پروتئین بالاترین افزایش وزن روزانه و راندمان مصرف انرژی و پروتئین و پایین‌ترین مصرف خوراک و ضریب تبدیل داشت که با برخی تیمارها تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) و با برخی تفاوت معنی‌دار نبود.

جدول ۲- اثر سطوح انرژی و پروتئین جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های خزک در سنین ۷ تا ۳۵ روزگی

Table 2- Effect of dietary protein (CP) and energy (ME) on growth performance of Khazak chickens from 7 to 35 days of age

عوامل Factors	سطوح levels	متوسط افزایش وزن (گرم/روز/پرنده) ADG (g/day/bird)	متوسط مصرف خوراک روزانه (گرم/روز/پرنده) ADFI (g/day/bird)	ضریب تبدیل FCR	مصرف پروتئین (گرم/روز/پرنده) CP intake (g/day/bird)	مصرف انرژی (کیلوکالری/روز/پرنده) ME intake (kcal/day/bird)	راندمان مصرف پروتئین (گرم/گرم) PER (g/g)	راندمان مصرف انرژی (درصد) EER (%)
انرژی قابل متابولیسم	2,600	5.956^{b}	18.457^{a}	3.135^{a}	3.503^{a}	47.987	1.701^{b}	12.437^{b}
(کیلوکالری/کیلوگرم)	2,800	6.345^{ab}	16.833^{b}	2.666^{b}	3.181^{b}	47.133	1.998^{a}	13.537^{a}
ME (kcal/kg)	3,000	6.429^{a}	16.295^{b}	2.544^{b}	3.088^{b}	48.886	2.085^{a}	13.183^{ab}
سطح احتمال P value		0.0381	0.0001	0.0001	0.0001	0.1406	0.0001	0.0305
خطای استاندارد میانگین SEM		0.131	0.215	0.061	0.043	0.603	0.040	0.281
پروتئین خام (درصد)	17	5.899^{b}	17.930^{a}	3.066^{a}	3.048^{c}	50.075^{a}	1.925	11.768^{b}
CP (%)	19	6.332^{ab}	17.137^{b}	2.728^{b}	3.256^{b}	47.850^{b}	1.956	13.256^{a}
	21	6.499^{a}	16.518^{b}	2.551^{b}	3.469^{a}	46.082^{b}	1.886	14.133^{a}
سطح احتمال P value		0.0095	0.0004	0.0001	0.0001	0.0003	0.4297	0.0001
خطای استاندارد میانگین SEM		0.131	0.215	0.061	0.043	0.603	0.040	0.281
اثر متقابل انرژی و پروتئین ME×CP interaction	2,600-17	5.349^{b}	18.680^{a}	3.503^{a}	3.176^{dc}	48.569^{abc}	1.684^{c}	11.010^{c}
	2,600-19	6.055^{ab}	18.573^{a}	3.101^{ab}	3.529^{ab}	48.290^{abc}	1.718^{bc}	13.997^{ab}
	2,600-21	6.465^{a}	18.116^{abc}	2.802^{bcd}	3.805^{a}	47.102^{abc}	1.702^{c}	13.760^{ab}
	2,800-17	6.278^{ab}	18.389^{ab}	2.934^{bc}	3.127^{dc}	51.490^{a}	2.010^{abc}	12.199^{abc}
	2,800-19	6.370^{ab}	16.266^{d}	2.560^{cd}	3.090^{dc}	45.545^{bc}	2.063^{a}	13.996^{ab}
	2,800-21	6.388^{ab}	15.844^{d}	2.504^{cd}	3.328^{bc}	44.365^{c}	1.922^{abc}	14.414^{a}
	3,000-17	6.072^{ab}	16.721^{bcd}	2.761^{bcd}	2.843^{d}	50.165^{ab}	2.134^{a}	12.094^{bc}
	3,000-19	6.571^{a}	16.571^{dc}	2.523^{cd}	3.148^{dc}	49.715^{ab}	2.087^{a}	13.217^{abc}
	3,000-21	6.643^{a}	15.593^{d}	2.347^{d}	3.275^{bc}	46.779^{abc}	2.034^{ab}	14.239^{ab}
سطح احتمال P value		0.0165	0.0001	0.0001	0.0001	0.0010	0.0001	0.0003
خطای استاندارد میانگین SEM		0.227	0.373	0.105	0.074	1.044	0.069	0.487

a،b،c،d در هر ستون، میانگین‌هایی با حروف متفاوت معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

a-b Means within each column with different superscripts are significantly different (P <0.05).

جدول ۳- اثر سطوح انرژی و پروتئین جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های خزک در سنین ۳۵ تا ۶۳ روزگی

Table 3- Effect of dietary protein (CP) and energy (ME) on growth performance of Khazak chickens from 35 to 63 days of age

عوامل Factors	سطوح levels	متوسط افزایش وزن (گرم/روز/پرنده) ADG (g/day/bird)	متوسط مصرف خوراک روزانه (گرم/روز/پرنده) ADFI (g/day/bird)	ضریب تبدیل FCR	مصرف پروتئین (گرم/روز/پرنده) CP intake (g/day/bird)	مصرف انرژی (کیلوکالری/روز/پرنده) ME intake (kcal/day/bird)	راندمان مصرف پروتئین (گرم/گرم) PER (g/g)	راندمان مصرف انرژی (درصد) EER (%)
انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری/کیلوگرم) ME (kcal/kg)	2,600	8.404^{b}	40.207^{a}	4.854^{a}	7.624^{a}	104.538^{b}	1.101^{c}	8.067
	2,800	8.897^{ab}	38.627^{ab}	4.358^{b}	7.329^{ab}	108.155^{ab}	1.225^{b}	8.234
	3,000	9.497^{a}	37.452^{b}	3.995^{c}	7.096^{b}	112.357^{a}	1.340^{a}	8.507
سطح احتمال P value		0.0007	0.0147	0.0001	0.0094	0.0143	0.0001	0.2585
خطای استاندارد میانگین SEM		0.175	0.621	0.098	0.112	1.751	0.029	0.186
پروتئین خام (درصد) CP (%)	17	8.420^{b}	39.855^{a}	4.782^{a}	6.775^{c}	111.408^{a}	1.252	7.594^{b}
	19	8.907^{ab}	38.862^{ab}	4.415^{b}	7.384^{b}	108.686^{ab}	1.210	8.195^{b}
	21	9.471^{a}	37.569^{b}	4.010^{c}	7.890^{a}	104.956^{b}	1.203	9.018^{a}
سطح احتمال P value		0.0010	0.0480	0.0001	0.0001	0.0474	0.4521	0.0001
خطای استاندارد میانگین SEM		0.175	0.621	0.098	0.112	1.751	0.029	0.186
اثر متقابل انرژی و پروتئین ME×CP interaction	2,600-17	7.625^{d}	41.828^{a}	5.487^{a}	7.111^{bcd}	108.752^{ab}	1.073^{b}	7.013^{c}
	2,600-19	7.930^{dc}	39.252^{ab}	4.976^{ab}	7.458^{abcd}	102.055^{b}	1.068^{b}	7.801^{c}
	2,600-21	9.657^{ab}	39.541^{ab}	4.100^{dc}	8.304^{a}	102.807^{ab}	1.163^{ab}	9.387^{ab}
	2,800-17	9.124^{abc}	38.681^{ab}	4.264^{bc}	6.576^{d}	108.305^{ab}	1.393^{a}	8.459^{abc}
	2,800-19	9.245^{abc}	40.014^{ab}	4.330^{bc}	7.603^{ab}	112.040^{ab}	1.216^{ab}	8.250^{abc}
	2,800-21	8.320^{bcd}	37.186^{ab}	4.480^{bc}	7.809^{ab}	104.120^{ab}	1.066^{b}	7.992^{bc}
	3,000-17	8.509^{bcd}	39.056^{ab}	4.596^{bc}	6.640^{dc}	117.166^{a}	1.290^{ab}	7.311^{c}
	3,000-19	9.547^{ab}	37.321^{ab}	3.939^{dc}	7.091^{bcd}	111.964^{ab}	1.347^{a}	8.535^{abc}
	3,000-21	10.434^{a}	35.980^{b}	3.449^{d}	7.556^{abc}	107.941^{ab}	1.382^{a}	9.676^{a}
سطح احتمال P value		0.0001	0.0293	0.0001	0.0001	0.0289	0.0001	0.0001
خطای استاندارد میانگین SEM		0.303	1.076	0.169	0.194	3.033	0.050	0.322

d،c،b،a در هر ستون، میانگین‌هایی با حروف متفاوت معنی‌دار هستند ($P<0.05$).

a-b Means within each column with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

جدول ۵ تأثیر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد رشد کل دوره (۷ تا ۹۱ روزگی) جوجه‌های خزک را نشان می‌دهد. سطوح انرژی بر تمامی متغیرها به‌استثنای راندمان مصرف انرژی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و متوسط افزایش وزن بدن، مصرف خوراک، مصرف پروتئین و راندمان مصرف پروتئین در جیره های حاوی ۲۸۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم نسبت به جیره حاوی ۲۶۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، امّا دو سطح ۲۸۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم تفاوت معنی‌دار نداشت. به هرحال ضریب تبدیل خوراک کل دوره بین سه سطح انرژی مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). اگرچه راندمان مصرف پروتئین در کل دوره مورد مطالعه تحت تأثیر سطوح مختلف پروتئین جیره قرار نگرفت (جدول ۵)، امّا مابقی متغیر ها بین سطوح مختلف پروتئین جیره معنی‌دار بود ند (P<۰/۰۵). بهبود در متوسط افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک، ضریب تبدیل و راندمان مصرف انرژی با افزایش سطوح پروتئین جیره در کل دوره به‌دست آمد. همچنین اثرات متقابل سطوح انرژی و پروتئین بر تمامی متغیرهای مورد مطالعه در کل دوره معنی‌دار بود. متوسط افزایش وزن روزانه، راندمان مصرف انرژی و پروتئین در جیره حاوی ۳۰۰۰ کیلوکالری انرژی و ۲۱ درصد پروتئین بالاترین مقدار داشت که با برخی از تیمارها تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) و با برخی دیگر به‌خصوص تیمار حاوی ۲۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی و ۱۹ درصد پروتئین تفاوت معنی‌دار نداشت. پایین‌ترین مقدار ضریب تبدیل و خوراک مصرفی روزانه در جیره حاوی ۳۰۰۰ کیلوکالری انرژی و ۲۱ درصد پروتئین بود که نسبت به جیره حاوی ۳۰۰۰کیلوکالری انرژی و ۱۹ درصد پروتئین معنی‌دار نبود.

برخلاف نژاد های گوشتی، اطلاعات کمی در مورد را ند مان تغذیه‌ای نژادهای بومی وجود دارد. در همین راستا، تعیین سطوح بهینه انرژی و پروتئین جیره برای حداکثر رساندن پارامترهای تولیدی جوجه‌های بومی خیلی مهم است. شاید یک برنامه تغذیه کاربردی باید توافقی بین نیازهای تغذیه‌ای و مدیریتی را جهت تعادل عملکرد طیور و تولید اقتصادی نشان دهد (Miah *et al*., 2014). از این رو، یکی از راه‌های ممکن برای دستیابی به این تعادل، فرمولاسیون جیره‌ای است که بتواند نسبت خاصی از انرژی به پروتئین را تنظیم کند (NRC, 1994).

افزایش پروتئین جیره باعث بهبود افزایش وزن بدن نسبت به سطوح پایین پروتئین جیره می شود که می‌تواند به‌دلیل قابلیت هضم بهتر جیره و سطوح بالای انرژی و اسیدهای آمینه در این جیره باشد (Jafarnejad and Sadegh, 2011). در مطالعه روی جوجه های عربی مشاهده شد که سطوح پروتئین جیره بر خوراک مصرفی، ضریب تبدیل و افزایش وزن بدن جوجه ها تأثیر معنی‌دار نداشت (Al-Khalifa and Al-Nasser, 2012). همچنین سطوح انرژی و پروتئین و نسبت انرژی به پروتئین در جیره پولت‌های تجاری در فاز رشد نشان داد که در مصرف خوراک بین سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره تفاوت معنی‌دار نداشتند (Yung *et al*., 2001; Wu *et al*., 20015) که مخالف یافته‌های تحقیق حاضر بود.

سطح مناسب انرژی و پروتئین جیره برای هشت هفته اول رشد جوجه‌های بومی آسل در سیستم پرورشی متراکم به‌ترتیب ۲۶۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی و ۱۶ درصد پروتئین گزارش شد. اگرچه بیان کردند که برای به‌دست آوردن ضریب تبدیل غذایی بهتر، جیره با ۲۸۰۰ کیلوکالری انرژی و ۱۶ درصد پروتئین می‌تواند ایده‌آل باشد (Haunshi *et al*., 2012). همچنین مشابه یافته‌های تحقیق حاضر، اثر سطوح انرژی بر مصرف انرژی و پروتئین، راندمان مصرف پروتئین معنی‌دار بود. امّا سطوح پروتئین فقط بر پروتئین مصرفی و راندمان پروتئین معنی‌دار بود و اثر متقابل سطوح انرژی و پروتئین نیز بر مصرف انرژی و پروتئین، راندمان مصرف پروتئین و انرژی معنی‌دار گزارش نشد (Haunshi *et al*., 2012) که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت داشت. تأثیر سطوح مختلف انرژی و پروتئین بر عملکرد جوجه های بومی اوگاندا در سن ۸ تا ۱۶ هفتگی مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که تأثیر پروتئین بر راندمان مصرف پروتئین معنی‌دار، امّا سطوح انرژی و اثرات متقابل انرژی و پروتئین بر راندمان مصرف پروتئین معنی‌دار نبود (Magala *et al*., 2012) که مخالف یافته‌های تحقیق حاضر بود.

در مطالعه تأثیر سطوح مختلف انرژی و پروتئین در جوجه‌های بتونگ گزارش شد که با افزایش سطح پروتئین جیره، میزان انرژی مصرفی کاهش و پروتئین مصرفی افزایش یافت، امّا تفاوت بین سطوح پروتئین معنی‌دار نبود، با این حال تفاوت بین سطوح انرژی از لحاظ میزان انرژی مصرفی معنی‌دار گزارش شد (Nguyen *et al*., 2010) که مشابه نتایج یافته‌های تحقیق حاضر بود. مشابه یافته‌های تحقیق حاضر، در بررسی چهار سطح انرژی بر عملکرد رشد جوجه‌های بومی دسی در سنین ۳ تا ۱۴ هفتگی گزارش شد که سطوح انرژی بر عملکرد رشد تأثیر معنی‌دار داشته و با توجه به عملکرد بهتر سطح ۲۸۰۰ کیلوکالری، این سطح به‌عنوان سطح بهینه برای دوره رشد پیشنهاد شد (Miah *et al*., 2014).

جدول ٤- اثر سطوح انرژی و پروتئین جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های خزک در سنین ۶۳ تا ۹۱ روزگی

Table 4- Effect of dietary protein (CP) and energy (ME) on growth performance of Khazak chickens from 63 to 91 days of age

عوامل Factors	سطوح levels	متوسط افزایش وزن (گرم/روز/پرنده) ADG (g/day/ bird)	متوسط مصرف خوراک روزانه (گرم/روز/پرنده) ADFI (g/day/bird)	ضریب تبدیل FCR	مصرف پروتئین (گرم/روز/پرنده) CP intake (g/day/bird)	مصرف انرژی (کیلوکالری/روز/پرنده) ME intake (kcal/day/bird)	راندمان مصرف پروتئین (گرم/گرم) PER (g/g)	راندمان مصرف انرژی (درصد) EER (%)
انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری/کیلوگرم) ME (kcal/kg)	2,600	7.462^{b}	58.568	7.962^{a}	11.101	152.277^{b}	0.678^{b}	4.946
	2,800	8.131^{ab}	56.898	7.035^{ab}	10.804	159.314^{ab}	0.758^{ab}	5.111
	3,000	8.782^{a}	55.285	6.483^{b}	10.458	165.855^{a}	0.839^{a}	5.346
سطح احتمال P value		0.0018	0.0614	0.0043	0.0510	0.0034	0.0020	0.3627
خطای استاندارد میانگین SEM		0.233	0.932	0.288	0.177	2.552	0.029	0.196
پروتئین خام (درصد) CP (%)	17	7.635^{b}	58.910^{a}	7.795^{a}	10.015^{c}	164.813^{a}	0.766	4.657^{b}
	19	8.135^{ab}	56.908^{ab}	7.158^{ab}	10.813^{b}	159.157^{ab}	0.756	5.121^{ab}
	21	8.606^{a}	54.934^{b}	6.527^{b}	11.536^{a}	153.477^{b}	0.753	5.626^{a}
سطح احتمال P value		0.0230	0.0199	0.0160	0.0001	0.0149	0.9468	0.0065
خطای استاندارد میانگین SEM		0.233	0.932	0.288	0.177	2.552	0.029	0.196
اثر متقابل انرژی و پروتئین ME × CP interaction	2,600-17	7.347^{b}	61.387^{a}	8.383^{a}	10.436^{bcd}	159.606^{ab}	0.708^{ab}	4.627^{b}
	2,600-19	7.026^{b}	56.891^{ab}	8.292^{a}	10.809^{abcd}	147.917^{b}	0.660^{b}	4.823^{ab}
	2,600-21	8.014^{b}	57.427^{ab}	7.212^{ab}	12.060^{a}	149.310^{b}	0.667^{b}	5.387^{ab}
	2,800-17	7.740^{b}	55.973^{ab}	7.241^{ab}	9.516^{d}	156.725^{b}	0.816^{ab}	4.952^{ab}
	2,800-19	8.842^{ab}	59.713^{ab}	6.769^{ab}	11.345^{abc}	167.195^{ab}	0.779^{ab}	5.284^{ab}
	2,800-21	7.812^{b}	55.008^{ab}	7.095^{ab}	11.552^{ab}	154.023^{b}	0.680^{ab}	5.098^{ab}
	3,000-17	7.818^{b}	59.370^{ab}	7.762^{a}	10.093^{dc}	178.109^{a}	0.775^{ab}	4.392^{b}
	3,000-19	8.538^{ab}	54.120^{ab}	6.413^{ab}	10.283^{bcd}	162.359^{ab}	0.830^{ab}	5.255^{ab}
	3,000-21	9.991^{a}	52.366^{b}	5.275^{b}	10.997^{abc}	157.098^{ab}	0.913^{a}	6.391^{a}
سطح احتمال P value		0.0009	0.0106	0.0047	0.0001	0.0016	0.0141	0.0199
خطای استاندارد میانگین SEM		0.403	1.615	0.499	0.306	4.420	0.049	0.340

a،b،c،d در هر ستون، میانگین‌هایی با حروف متفاوت معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

a-b Means within each column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

جدول ۵- اثر سطوح انرژی و پروتئین جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های خزک در سنین ۷ تا ۹۱ روزگی

Table 5- Effects of dietary protein (CP) and energy (ME) on growth performance of Khazak chickens from 7 to 91 days of age

عوامل Factors	سطوح levels	متوسط افزایش وزن (گرم/روز/پرنده) ADG (g/day/bird)	متوسط مصرف خوراک روزانه (گرم/روز/پرنده) ADFI (g/day/bird)	ضریب تبدیل FCR	مصرف پروتئین (گرم/روز/پرنده) CP intake (g/day/bird)	مصرف انرژی (کیلوکالری/روز/پرنده) ME intake (kcal/day/bird)	راندمان مصرف پروتئین (گرم/گرم) PER (g/g)	راندمان مصرف انرژی (درصد) EER (%)
انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری/کیلوگرم) ME (kcal/kg)	2,600	7.274^{b}	39.077^{a}	5.317^{a}	7.410^{a}	101.601^{b}	0.983^{b}	7.187
	2,800	7.958^{a}	37.453^{b}	4.687^{b}	7.105^{b}	104.868^{ab}	1.127^{a}	7.593
	3,000	8.236^{a}	36.344^{b}	4.341^{c}	6.881^{b}	109.033^{a}	1.196^{a}	7.596
سطح احتمال P value		0.0001	0.0009	0.0001	0.0006	0.0010	0.0001	0.0770
خطای استاندارد میانگین SEM		0.113	0.453	0.098	0.084	1.243	0.20	0.140
پروتئین خام (درصد) CP (%)	17	7.318^{b}	38.898^{a}	5.215^{a}	6.613^{c}	108.765^{a}	1.111	6.743^{c}
	19	7.958^{a}	37.636^{ab}	4.767^{b}	7.151^{b}	105.231^{ab}	1.116	7.560^{b}
	21	8.192^{a}	36.340^{b}	4.363^{c}	7.632^{a}	101.505^{b}	1.078	8.074^{a}
سطح احتمال P value		0.0001	0.0019	0.0001	0.0001	0.0013	0.3854	0.0001
خطای استاندارد میانگین SEM		0.113	0.453	0.098	0.084	1.243	0.20	0.140
اثر متقابل انرژی و پروتئین ME × CP interaction	2,600-17	6.773^{e}	40.632^{a}	5.791^{a}	6.907^{bcd}	105.643^{ab}	0.981^{bc}	6.418^{d}
	2,600-19	7.004^{de}	38.239^{abc}	5.456^{ab}	7266^{bc}	99.421^{b}	0.968^{c}	7.073^{bcd}
	2,600-21	8.045^{bc}	38.362^{abc}	4.705^{bc}	8.056^{a}	99.740b	0.999^{bc}	8.072^{ab}
	2,800-17	7.714^{cd}	37.681^{abc}	4.813^{bc}	6.406^{d}	105.507^{ab}	1.208^{a}	7.329^{bcd}
	2,800-19	8.652^{ab}	38.664^{ab}	4.553^{c}	7.346^{bc}	108.260^{ab}	1.179^{a}	7.996^{ab}
	2,800-21	7.507^{cde}	36.013^{bc}	4.693^{bc}	7.563^{ab}	100.836^{b}	0.994^{bc}	7.453^{bcd}
	3,000-17	7.466^{cde}	38.382^{ab}	5.040^{abc}	6.525^{d}	115.147^{a}	1.143^{ab}	6.482^{dc}
	3,000-19	8.218^{abc}	36.004^{bc}	4.292^{dc}	6.840^{dc}	108.013^{ab}	1.202^{a}	7.611^{abc}
	3,000-21	9.023^{ab}	34.646^{c}	3.690^{d}	7.276^{bc}	103.939^{b}	1.242^{a}	8.696^{a}
سطح احتمال P value		0.0001	0.0005	0.0001	0.0001	0.0004	0.0001	0.0001
خطای استاندارد میانگین SEM		0.195	0.785	0.170	0.146	2.153	0.035	0.242

d.c.b.a در هر ستون، میانگین‌هایی با حروف متفاوت معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

a-b Means within each column with different superscripts are significantly different (P <0.05).

در بررســی تأثیر ســطوح مختلف انرژی و پروتئین بر عملکرد ۶۰ روز اول دوره رشــد جوجه‌های بومی اندونزی، تأثیر معنی‌دار ســطوح مختلف پروتئین بر عملکرد مشاهده نشد، امّا سطوح مختلف انرژی بر ضــریب تبدیل تأثیر معنی‌داری داشــت (Sompie *et al.*, 2015). در پژوهش بر روی جوجه‌های بومی واناراجا، تأثیر ســطوح مختلف انرژی و پروتئین بر مصــــرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضــــریب تبدیل

خوراک معنی‌دار گزارش شد (Perween *et al*., 2016) و بیان کردند که تمایل مثبت در جیره‌هایی با سطوح انرژی و پروتئین بالا که بر سیستم ایمنی این پرنده جهت دستیابی به عملکرد مطلوب اقتصادی تأثیر بگذارد، وجود دارد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت.

مشابه یافته‌های تحقیق حاضر، اثر سطوح مختلف انرژی جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های دورگ کورات در محدوده سنی ۱ تا ۲۱ و ۲۲ تا ۴۲ روزگی مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که مصرف خوراک با افزایش انرژی جیره کاهش یافته و ضریب تبدیل غذایی به‌طور معنی‌دار در دو گروه سنی بهبود یافت (Maliwan *et al*., 2018) و بر اساس یافته‌های تحقیق خود، نیازهای انرژی برای سنین ۱ تا ۲۱ و ۲۱ تا ۴۲ روزگی را به‌ترتیب ۳۰۰۰ و ۳۱۷۵ کیلو کالری بر کیلوگرم پیشنهاد کردند (Maliwan *et al*., 2018). همچنین در پژوهش دیگری، نیازهای پروتئینی جوجه‌های دورگ کورات در سنین ۱ تا ۸۴ روزگی با فاصله ۲۱ روزگی (چهار فاز) مورد مطالعه قرار گرفت و تفاوت معنی‌دار بین سطوح پروتئین جیره از لحاظ مصرف خوراک، وزن بدن، مصرف انرژی گزارش نشد که مخالف یافته‌های تحقیق حاضر بود. امّا افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل بین سطوح مختلف پروتئین جیره تفاوت معنی‌دار داشت و روند افزایشی در مصرف پروتئین با افزایش سطوح پروتئین جیره در چهار فاز مورد مطالعه مشاهده شد. همچنین تأثیر سطوح مختلف پروتئین بر راندمان مصرف پروتئین جوجه‌های دورگ کورات در فاز اول (هچ تا ۲۱ روزگی) و فاز چهارم (۶۴ تا ۸۴ روزگی) و بر راندمان مصرف انرژی در دو فاز اول معنی‌دار بود (Maliwan *et al*., 2019). در تحقیق حاضر، اثر سطوح پروتئین بر راندمان مصرف پروتئین در سه فاز مورد مطالعه معنی‌دار نبود که مشابه برخی یافته‌های جوجه‌های دورگ کورات بود.

در دوره آغازین، پرندگان ممکن است محدودیت فیزیکی در موقع مصرف جیره با چگالی پایین داشته باشند. در واقع، کاهش در انرژی مصرفی به‌واسطه محدودیت فیزیکی در موقع مصرف جیره با انرژی و پروتئین پایین در دوره استارتر وجود دارد (Griffiths *et al*., 1977). در صورت کافی نبودن پروتئین جیره، کاهش در نرخ رشد وجود خواهد داشت و پروتئین بافت‌هایی که کمتر حیاتی هستند، جهت نگهداری عملکرد بافت‌های خیلی حیاتی و یا تخریب بافت‌های پروتئینی بدن باز گرفته خواهند شد (NRC, 1994). تفاوت در نتایج مطالعات مختلف می‌تواند به‌دلیل متفاوت بودن نژادهای مورد مطالعه، محدوده سنی مورد مطالعه، سطوح مختلف در نظر گرفته شده برای انرژی و پروتئین باشد. همان‌طور که نتایج تحقیق حاضر نشان داد، تعیین سطوح بهینه انرژی و پروتئین جیره برای حداکثر رساندن عملکرد جوجه‌های بومی خیلی مهم است. شاید یک برنامه تغذیه کاربردی باید توافقی بین نیازهای تغذیه‌ای و مدیریتی را جهت تعادل عملکرد طیور و تولید اقتصادی نشان دهد (Miah *et al*., 2014). از این رو، یکی از راه‌های ممکن برای دستیابی به این تعادل، فرمولاسیون جیره‌ای است که بتواند نسبت خاصی از پروتئین به انرژی قابل سوخت‌سازی را تنظیم کند (NRC, 1994).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر نشان داد که بالاترین افزایش وزن روزانه و پایین‌ترین مقدار مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل در سنین ۷ تا ۹۱ روزگی جوجه‌های خزک با مصرف جیره حاوی سطوح بالای انرژی و پروتئین به‌دست آمد. همچنین راندمان مصرف انرژی و پروتئین به‌ترتیب با افزایش پروتئین و انرژی روند افزایشی داشت و بالاترین راندمان پروتئین و انرژی مصرفی در سطوح بالای انرژی و پروتئین حاصل شد. اگرچه بسیاری از شاخص‌های عملکردی بین پرندگان تغذیه شده با جیره با سطح انرژی۳۰۰۰ و ۲۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم و سطح پروتئین ۲۱ و ۱۹ در صد تفاوت معنی‌دار نشان نداد، امّا اثر منفی بر شاخص‌های عملکردی با کاهش سطح انرژی به۲۶۰۰ کیلوکالری و پروتئین جیره به ۱۷ درصد مشاهده شد، بنابراین جهت عملکرد بهتر رشد و مدیریت تغذیه‌ای بهتر جوجه های خزک در سنین ۷ تا ۹۱ روزگی، جیره حاوی ۲۸۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی و ۱۹ درصد پروتئین پیشنهاد می‌گردد. علاوه‌براین، نتایج تحقیق حاضر می‌تواند فرصتی را برای کاربردهای بیشتر در سایر نژادهایی با نرخ رشد مشابه جوجه‌های خزک فراهم کند.

تشکر و قدردانی

از همکاری و مساعدت پژوهشکده دام‌های خاص دانشگاه زابل بابت همکاری در اجرای این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Al-Khalifa, H., & Al-Nasser, A. (2012). Effect of different protein levels on Arabi chicken performance. *International Journal of Poultry Science, 11*(11), 706-709. https://doi.org/10.3923/ijps.2012.706.709 .
2. Dozier, W. A., Gehring, C. K., Corzo, A., & Olanrewaju, H. A. (2011). Apparent metabolizable energy needs of male and female broilers from 36 to 47 days of age. *Poultry Science, 90*(4), 804–814. https://doi.org/10.3382/ps.2010-01132.

3. Dyubele, N. L., Muchenje, V., Nkukwana, T. T., & Chimonyo, M. (2010). Consumer sensory characteristics of broiler and indigenous chicken meat: A South African example. *Food Quality and Preference, 21*(7), 815–819. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.04.005 .
4. Faraji Arough, H., Rokouei, M., Maghsoudi, A., & Mehri, M. (2019). Evaluation of non-linear growth curves models for native slow-growing Khazak chickens. *Poultry Science Journal, 7*(1), 25-32. https://doi.org/10.22069/psj.2019.15535.1355 .
5. Engku Azahan, E. A., Azlina Azma, I. A., & Noraziah, M. (2011). Growth response of crossbred village (kampung) chickens to starter diets of differing energy contents. *Malaysian Journal of Animal Science, 14*, 51-55.
6. Griffiths, L., Leeson, S., & Summers, J. D. (1977). Influence of energy system and level of various fat sources on performance and carcass composition of broilers. *Poultry Science, 56*(3), 1018-1026. https://doi.org/10.3382/ps.0561018 .
7. Haunshi, S., Panda, A. K., Rajkumar, U., Padhi, M. K., Niranjan, M., & Chatterjee, R. N. (2012). Effect of feeding different levels of energy and protein on performance of Aseel breed of chicken during juvenile phase. *Tropical Animal Health and Production, 44*(7), 1653-1658. https://doi.org/10.1007/s11250-012-0120-6 .
8. Jafarnejad, S., & Sadegh, M. (2011). The effects different levels of dietary protein, energy and using fat on the performance of broiler chicks at the end of the third weeks. *Asian Journal of Poultry Science, 5*(1), 35-40. https://doi.org/10.3923/ajpsaj.2011.35.40 .
9. Karomy, A. S., Habib, H. N., & Kasim, S. A. (2019). Influence of different levels of crude protein and metabolizable energy on production performance of Ross broiler. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 9*(18), 20- 24. https://doi.org/10.7176/JBAH/9-18-04 .
10. Leeson, S., & Summers, J. D. (2005). Commercial Poultry Nutrition. 3rd ed. Nottingham University Press, Nottingham, England.
11. Magala, H., Kugonza, D. R., Kwizera, H., & Kyarisiima, C. C. (2012). Influence of varying dietary energy and protein on growth and carcass characteristics of Ugandan local chickens. *Journal of Animal Production Advances, 2*(7), 316-324.
12. Maliwan, P., Khempaka, S., Molee, W., & Schonewille, J. T. (2018). Effect of energy density of diet on growth performance of Thai indigenous (50% crossbred) Korat chickens from hatch to 42 days of age. *Tropical Animal Health and Production, 50*(8), 1835-1841. https://doi.org/10.1007/s11250-018-1628-1 .
13. Maliwan, P., Molee, W., & Khempaka, S. (2019). Response of Thai indigenous crossbred chickens to various dietary protein levels at different ages. *Tropical Animal Health and Production, 51*(6), 1427-1439. https://doi.org/10.1007/s11250-019-01825-1 .
14. Miah, M. Y., Chowdhury, S. D., Bhuiyan, A. K. F. H., & Ali, M. S. (2014). Effect of different levels of dietary energy on growth performance of indigenous Desi chicks reared in confinement up to target weight of 950 g. *Livestock Research for Rural Development, 26*(7), 124-129.
15. Nguyen, T. V., Bunchasak, C., & Chantsavang, S. (2010). Effects of dietary protein and energy on growth performance and carcass characteristics of Betong chickens (Gallus domesticus) during growing period. *International Journal of Poultry Science, 9*, 468–472. https://doi.org/10.3923/ijps.2010.468.472.
16. NRC. (1994). Nutrient Requirements of Poultry. 9th Revised Edition, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C.
17. Perween, S., Kumar, K., Chandramoni, S. K., Singh, P. K., Kumar, M., & Dey, A. (2016). Effect of feeding different dietary levels of energy and protein on growth performance and immune status of Vanaraja chicken in the tropic. *Veterinary World, 9*(8), 893- 899. https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.893-899.
18. Pesti, G. M., & Miller, B. R. (1997). Modelling for precision nutrition. *Journal of Applied Poultry Research, 6*(4), 483-494. https://doi.org/10.1093/japr/6.4.483 .
19. Pingmuang, R., Tangtaweewipat, S., Cheva-Isarakul, B., & Tananchai, B. (2001). Proper dietary protein and energy levels for crossbred native chickens during 6–10 weeks of age. Pages 169-177 in Proceeding of 39th Kasetsart University Annual Conference (in Thai), Bangkok, Thailand.
20. Shehbaz, M., & Hassan Khan, S. (2008). Effects of different energy protein ratio on the performance of desi native chickens during growing phase. *Asian Journal of Poultry Science, 2*(1), 42-47. https://doi.org/10.3923/ajpsaj.2008.42.47 .
21. Sompie, F. N., Bagau, B., Imbar, M. R., & Kowel, Y. H. (2015). The effects of various protein and energy in the diet on native chicken growth performance. *Scientific Papers-Animal Science Series, 63*, 221-225.
22. Wickramasuriya, S. S., Yoo, J., Kim, J. C., & Heo, J. M. (2015). The apparent metabolizable energy requirement of male Korean native ducklings from hatch to 21 days of age. *Poultry Science, 95*(1), 77–83. https://doi.org/10.3382/ps/pev321 .
23. Wijtten, P. J. A., Lemme, A., & Langhout, D. J. (2004). Effects of different dietary ideal protein levels on male and female broiler performance during different phases of life: single phase effects, carryover effects, and interactions between phases. *Poultry Science, 83*(12), 2005-2015. https://doi.org/10.1093/ps/83.12.2005 .
24. Wu, G., Bryant, M. M., Voitle, R. A., & Sr Roland, D. A. (2005). Effect of dietary energy on performance and egg

composition of bovans white and dekalb white hens during phase 1. *Poultry Science, 84*(10), 1610-1615. https://doi.org/10.1093/ps/84.10.1610 .

25. Yung, L. C., Chuanhuang, C., Yenghow, C., Jennchung, H., Mingtasao, C., & Dengcheng, L. (2001). Effects of different dietary protein and energy levels on the growth performance, blood characteristics and sensory panels of caponized country chicken cockerels during finishing period. *Journal of Chinese Society Animal Science, 30*, 81-91.